

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

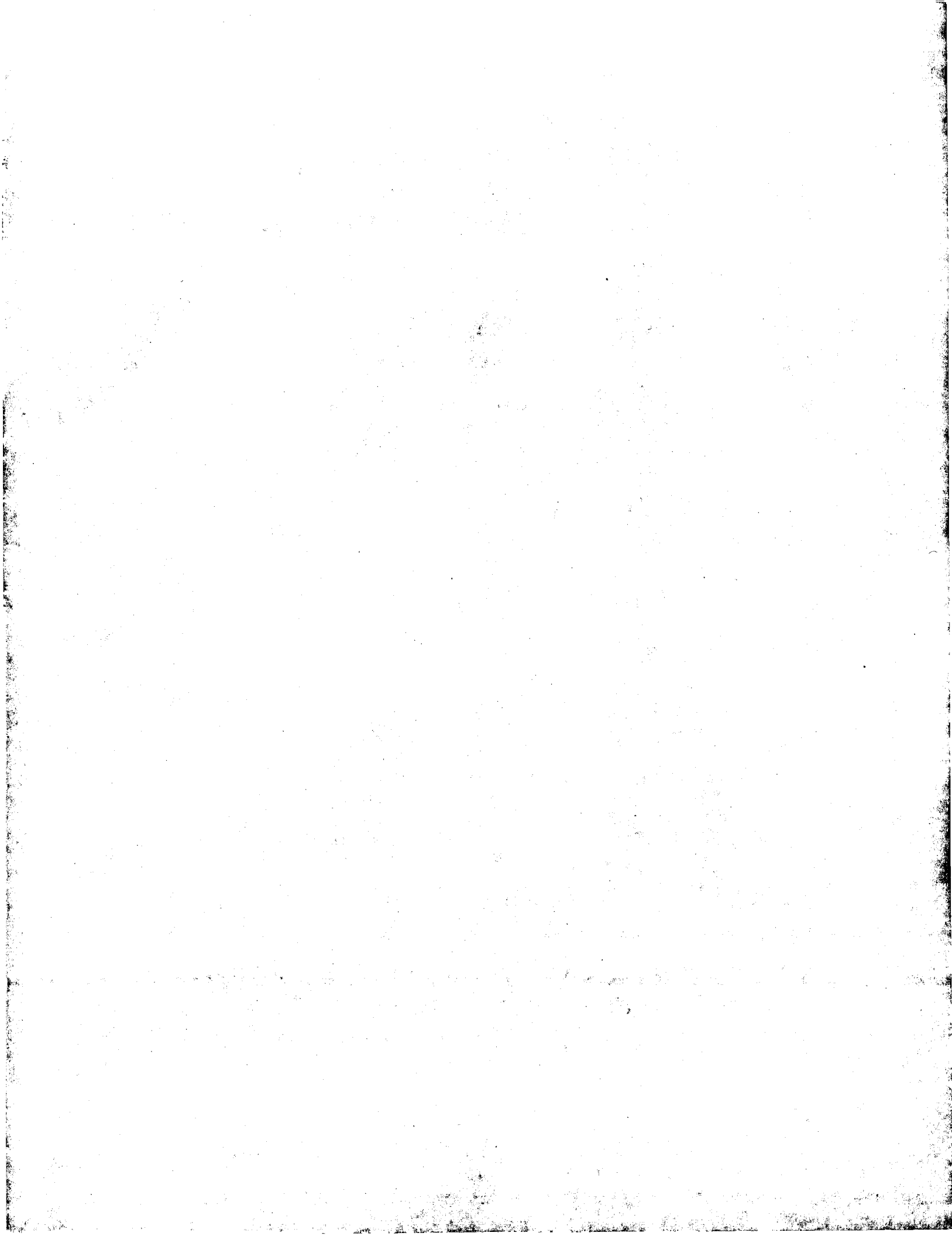
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**





⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 44 28 807 A 1**

⑤① Int. Cl.⁸:
B 41 J 2/05
G 01 D 15/16

⑳ Aktenzeichen: P 44 28 807.7
㉔ Anmeldetag: 13. 8. 94
㉕ Offenlegungstag: 15. 2. 96

Cite No. 2

DE 44 28 807 A 1

㉚ Anmelder:

Eastman Kodak Co., Rochester, N.Y., US;

㉛ Vertreter:

Pohle, R., Dipl.-Phys. Fachphys.f.Erfindungswesen,
Pat.-Ass., 73760 Ostfildern

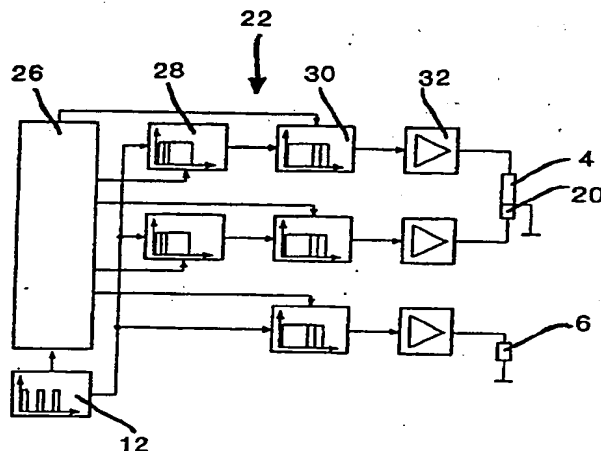
㉜ Erfinder:

Heinzi, Joachim, Prof. Dr., 81549 München, DE;
Hochwind, Bernhard, Dipl.-Ing., 85567 Grafing, DE;
Zoller, Alfred, Dipl.-Ing., 85462 Eitting, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung und Verfahren zur Geschwindigkeits- und Tropfenmassenvariation bei thermischen Tintenschreibern

⑤⑦ Die Geschwindigkeits- und Tropfenmassenvariation bei thermischen Tintenschreibern mit mindestens einem Hauptheizelement (4) wird mittels einer Schaltung (10) zum Erzeugen zeitversetzter Heizimpulse erreicht. Die Heizelementstruktur ist derart aufgebaut, daß zusätzlich zu jedem Hauptheizelement (4) mindestens ein vom Hauptheizelement (4) räumlich getrenntes Hilfseizelement (6) vorgesehen ist. Die Schaltung (10) zur Erzeugung zeitversetzter Heizimpulse für das Haupt- und Hilfseizelement (4, 6) werden derart zeitversetzt angelegt, daß am Hilfseizelement (6) bereits eine Dampfblase (7) in der Schreibflüssigkeit (1) existiert, während am Hauptheizelement (4) eine Dampfblase (5) in der Schreibflüssigkeit (1) entsteht.



DE 44 28 807 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Geschwindigkeits- und Tropfenmassenvariation bei thermischen Tintenschreibern mit mindestens einem Heizelement in Kontakt mit einer Schreibflüssigkeit und einer Schaltung zum Erzeugen zeitversetzter Heizimpulse.

Zur Erstellung von Halbtonbildern ist es bei Tintenschreibern notwendig auf dem zu bedruckenden Medium unterschiedliche Fleckendurchmesser zu erstellen. Dazu werden vom Stand der Technik unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten vorgeschlagen.

Die WO 87/03363 beschreibt ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erzeugen von Halbtonbildern mit acht Abstufungen, wobei sich die Tintentropfen binär nach ihrem Gewicht unterscheiden. Der Tintendruckkopf ist derart aufgebaut, daß für jede Düsenöffnungen vorhanden sind, deren Durchmesser etwa im Verhältnis 1 : 2 : 4 gewichtet sind. Im etwa gleichen Verhältnis dazu sind die entsprechenden Heizelemente gewichtet. Je nach gewünschter Größe eines Tintentropfens wird die Düsenkombination entsprechend angesteuert, um die dazu nötige Tintenmasse auf das zu bedruckende Medium aufzubringen. Zum Erreichen eines Halbtondruckbildes benötigt man pro Düsenzeile zusätzlich zwei weitere Düsen um die vorstehend erwähnte achtfache Abstufung zu erreichen. Entsprechend erhöht sich auch die Zahl der Heizelemente.

Eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erzeugen von Halbtonbildern ist in der EP-A-0 373 894 offenbart. Dazu wird ein Heizelement in einem Tintendruckkopf nacheinander mit zwei aufeinanderfolgenden Stromimpulsen betrieben. Der erste Impuls dient zum Erwärmen der Tinte, wohingegen der zweite Impuls zur Erzeugung einer Dampfblase dient, die dann einen Tintentropfen durch die Tintenausstrittsdüse ausschleudert. Das Maß der Vorwärmung der Tinte bestimmt die Tintenmasse, die mittels des zweiten Impulses ausgeschleudert wird. Ein ähnliches Verfahren ist in der EP-A-0 354 982 offenbart. Hier werden die ersten Impulse zum Aufheizen der Tinte auf unterschiedliche Art und Weise bereitgestellt. Zum einen kann es ein Einzelimpuls von langer Dauer sein, oder es können auch eine Vielzahl von kurzen Einzelimpulsen verwendet werden. Die an die Tinte weitergegebene Impulsenergie regelt die Tropfenmasse.

Die europäische Patentanmeldung EP-A-0 372 097 offenbart eine Anordnung zum Erzeugen von Tintentropfen unterschiedlicher Größe in einer Tintendruckeinrichtung nach dem Thermowandlerprinzip. Um dies zu erreichen werden die Ansteuerimpulse mit der geeigneten Geometrie des Thermowandlers abgestimmt. Die Thermowandler sind dabei in mehrere Wärmeerzeugungsabschnitte ($W_1 \dots W_3$) unterschiedlicher Breite (b_i), unterschiedlicher Schichtdicke (d_i) oder Schichtmaterialien (δ_i , α_i) aufgeteilt. Durch die Inhomogenität der Heizelemente erhält man Bereiche, die sich schneller aufheizen als andere Abschnitte des Heizelements. Die sich langsamer erwärmenden Abschnitte dienen zur Tintenerwärmung, wohingegen die sich schnell erwärmenden Abschnitte zur Dampfblasenerzeugung verwendet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zu schaffen, die über die üblichen Möglichkeiten hinaus eine Tropfenmassenvariation mit Hilfe von mehreren Heizelementen pro Tintenkanal ermöglicht. Dabei werden Tropfenmasse und Tropfengeschwindigkeit unabhängig voneinander beeinflusst.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es eine Ansteuerung für die erfindungsgemäße Vorrichtung zu schaffen, die die Halbtonfähigkeit des Tintenschreibers voll ausnutzt.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß zusätzlich zu mindestens einem Hauptheizelement mindestens ein vom Hauptheizelement räumlich getrenntes Hilfsheizelement vorgesehen ist, und daß mittels der Schaltung zur Erzeugung zeitversetzter Heizimpulse das Haupt- und Hilfsheizelement derart bestrombar sind, daß am Hilfsheizelement bereits eine Dampfblase der Schreibflüssigkeit existiert, während am Hauptheizelement eine Dampfblase der Schreibflüssigkeit entsteht.

Die Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung liegen darin, daß die Tropfenmasse von Tintenschreibern nach dem Bubble-Jet Verfahren unabhängig von der gewünschten Tropfenmasse einstellbar ist.

Hinzu kommt, daß das erfindungsgemäße Verfahren zum Aufbringen sehr kleiner Tropfenmassen geeignet ist, was insbesondere zu einer hohen Wiedergabeauflösung (photoähnlichen Qualität) der Ausdrucke führt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden.

Anhand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird der Gegenstand der Erfindung beschrieben. Die Zeichnung zeigt in der

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Tintenkanal eines Tintenschreibers und dazu ein entsprechendes Schrägbild der Anordnung der Heizelemente und der Stromzuführungen,

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Schaltung zum Betrieb der in Fig. 1 gezeigten Anordnung der Heizelemente,

Fig. 3 das Volumen einer durch ein einzelnes Heizelement erzeugten Dampfblase in Abhängigkeit von der Zeit,

Fig. 4 die Volumina der mittels der Vorrichtung nach Fig. 1 erzeugten Haupt- und Dämpfungsblase in Abhängigkeit von der Zeit,

Fig. 5 die Phasen der Blasenbildung an Haupt- und Hilfsheizelement,

Fig. 6 die relative Tropfenmasse in Abhängigkeit von der Zeitverschiebung zwischen der Haupt- und der Dämpfungsblase,

Fig. 7 die Verschaltung von Haupt- und Zündheizelementen von vier Kanälen, wobei die Zündheizelemente parallel geschaltet sind und gemeinsam angesteuert werden,

Fig. 8 die gemäß der Verschaltung aus Fig. 7 mögliche Ansteuerfrequenz für Haupt- und Zündheizelement,

Fig. 9 die Phasen der Blasenbildung an Zünd- und Hauptheizelement, und

Fig. 10 eine schematische Darstellung der Schaltung zum Betrieb der eines Tintenschreibers mit Haupt-, Hilfs- und Zündheizelementen.

Für die Beschreibung der Erfindung wird auf den detaillierten Aufbau eines Tintenschreibkopfes nicht eingegangen, da sowohl die erfindungsgemäße Vorrichtung als auch das erfindungsgemäße Verfahren in Tintenschreibern verwendet werden kann, die hinreichend in Stand der Technik offenbart sind. Beispielsweise ist der Aufbau eines Tintenschreibkopfes aus den Druckschriften DE-A 28 43 064, DE-A 30 12 698, DE-A 40 40 713, EP-A-0 438 295, EP-A-0 537 880 oder EP-A-0 521 634 entnehmbar.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch einen Tintenkanal eines Tintendruckkopfes, der mit Schreibflüssigkeit

1 gefüllt ist. Der Tintenkanal ist besitzt eine untere und eine obere Begrenzung 2 und 3. Auf der unteren Begrenzung 2 sind ein Hauptheizelement 4 und ein Hilfsheizelement 6 ausgebildet.

Ebenso sind auf der unteren Begrenzung die Leiterbahnen 8 für die Energiezufuhr zu den Heizelementen 4, 6 strukturiert. Die Heizelemente 4, 6 sind derart auf der unteren Begrenzung des Tintenkanals angebracht, daß sie einen Abstand voneinander aufweisen. Bei der Bestromung der Heizelemente 4, 6 entsteht unmittelbar über dem Hauptheizelement 4 eine Hauptdampfblase 5 und über dem Hilfsheizelement 6 eine Dämpfungsblase 7.

Eine schematische Schaltung 10 zur Ansteuerung der Heizelemente 4, 6 ist in Fig. 2 dargestellt. Ein Taktgenerator 12 liefert kontinuierlich Impulse. Diese Impulse werden über einen Leistungsverstärker 14 an das Hilfsheizelement 6 weitergegeben. Dem Hauptheizelement 4 ist eine Verzögerungsschaltung 16 und ebenfalls ein Leistungsverstärker 18 vorgeschaltet. Dadurch erreicht man, daß das Hauptheizelement 4 zu einem späteren Zeitpunkt bestromt wird als das Hilfsheizelement 6.

Die Entwicklung einer Dampfblase in Abhängigkeit von der Zeit ist Fig. 3 graphisch dargestellt. Analog dazu ist der zeitliche Impulsverlauf am entsprechenden Heizelement aufgetragen. Zur Zeit t_0 wird das Heizelement bestromt und zwar so lange bis zur Zeit t_1 die Ausbildung einer Dampfblase beginnt. Bei t_1 wird der Heizimpuls abgeschaltet. Bei t_2 erreicht die Dampfblase ihr maximales Volumen. Ab diesem Zeitpunkt beginnt der Zerfall der Dampfblase, die zur Zeit t_3 dann vollständig zerfallen ist.

Fig. 4 zeigt die Volumina der Dampfblasen, die mittels der Vorrichtung nach Fig. 1 erzeugt werden. Zur Zeit t_0 wird das Hilfsheizelement 6 geheizt. Zeitlich verzögert zu t_0 wird das Hauptheizelement 4 bestromt. Die am Hilfsheizelement 6 entstehende Dämpfungsblase 7 erreicht ihr maximales Volumen zum Zeitpunkt t_2 . Zwischen t_1 und t_2 beginnt bei t_1 am Hauptheizelement 4 die Hauptdampfblase 5 zu entstehen. Damit fällt die Entstehung der Hauptdampfblase in den Zeitraum des Ausdehnung der Dämpfungsblase 7. Fallen t_4 und t_2 zusammen, dann besitzt das System maximale Nachgiebigkeit und im Idealfall wird kein Tropfen ausgestoßen. Dieser Fall ist am besten in Fig. 6 dargestellt. Der schraffierte Bereich repräsentiert die Zeitverschiebung während der kein Tropfen ausgestoßen wird. Fallen hingegen t_4 und t_1 zusammen, dann verstärken sich beide Dampfblasen 5, 7 und die Geschwindigkeit des Tropfens wird maximal. Fig. 6 stellt diese Situation dar, wenn die Zeitverschiebung zwischen t_4 und t_1 gleich Null ist. Zur besseren Erläuterung der einzelnen Phasen der Blasenbildung wird auf Fig. 5 verwiesen. Hier ist die in Fig. 4 diagrammartig beschriebene Blasenbildung am Haupt- und Hilfsheizelement 4, 6 zu den einzelnen Zeitpunkten $t_1 - t_6$ graphisch dargestellt. Zum Zeitpunkt t_1 beginnt die Bildung einer Dämpfungsblase 7 am Hilfsheizelement 6, während zum Zeitpunkt t_6 die Dämpfungsblase am Hilfsheizelement 6 bereits wieder zusammengefallen ist. Zur Zeit t_4 hat die Hauptdampfblase 5 ihr maximales Volumen erreicht und beginnt von da an wieder zu zerfallen.

Fig. 7 stellt ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel der gegenwärtigen Erfindung dar. Hierbei grenzt ein Zündheizelement 20 zur Erzeugung einer Zünddampfblase 25 direkt an das Hauptheizelement 4 an. Somit kann sich die auf dem Zündheizelement 20 bildende Zünddampfblase 25 unter bestimmten Bedin-

gungen auch auf das Hauptheizelement 4 ausdehnen. Diese beiden Heizelemente 4, 20 werden aus einer geschlossenen Heizfläche hergestellt, die mit einem Stromabgriff 21 versehen ist. Der Stromabgriff 21 teilt die gesamte Fläche in zwei beliebig große Teilabschnitte. Das Zündheizelement 20 besitzt in der Regel die kleinere Fläche, weil dadurch bei gleicher Ansteuerung eine höhere Flächenheizleistungsdichte erzielt wird, die die schnelle Entstehung eines kleinen Verdampfungskeims bewirkt. Alternativ zur Erhöhung der Flächenheizleistungsdichte durch Verkleinerung der Heizfläche können auch die Schichtdicke im Bereich des Zündheizelements 20 oder die Breite des Zündheizelements 20 variiert werden. Die Erhöhung der dem Zündheizelement 20 zugeführten Leistung ist prinzipiell möglich, aber durch die von der Ansteuerung maximal erlaubte Spannung begrenzt.

Alle n Heizelement eines Kanals sind über mindestens $n+1$ elektrische Leitungen mit einer Ansteuerungselektronik 22 verbunden. Diese Ansteuerungselektronik 22 kann auch als integrierte Schaltung ausgeführt sein. Bei der Ausführungsform mit mehreren Tintenkanälen nebeneinander (siehe Fig. 7) ist es möglich eine Massezuleitung gemeinsam für alle Heizelemente zu verwenden. Alle Heizelemente können unabhängig voneinander betrieben werden, wenn die Gesamtzahl der elektrischen Zuleitungen bei m Kanälen mit je n Heizelementen mindestens $m \cdot n + 1$ beträgt. In der Regel wird man jedoch z. B., wie in Fig. 7 dargestellt, die Zündheizelemente 20 gemeinsam kontaktieren und ansteuern.

Der zeitliche Ablauf der Bestromung der Heizelemente 4, 20 bei der Verwendung eines Zündheizelements 20 und eines Hauptheizelements 4 nach Fig. 7 ist in Fig. 8 offenbart. Die Hauptheizelemente 4 werden zeitlich vor den Zündheizelementen 20 bestromt. Der Hauptheizimpuls 24 liegt also vor dem Zündheizimpuls 31. Der Impulsverlauf ist für vier Kanäle dargestellt. Es ist selbstverständlich, daß der Zahl der Kanäle variabel ist und sich nach dem jeweils verwendeten Tintendruckkopf richtet. Es ist deutlich zu erkennen, daß die Zündheizimpulse 31 für alle Zündheizelemente 20 die gleiche Intensität und Impulsdauer besitzen.

Die Phasen der Blasenbildung am Zünd- und Hauptheizelement 4, 20 sind in Fig. 9 dargestellt. Zum Zeitpunkt t_1 wird das Hauptheizelement 4 bestromt und mit einer Heizleistung 23 aufgeheizt. Das räumlich angrenzende Zündheizelement 20 wird zum Zeitpunkt t_2 beheizt. Bei t_3 entsteht eine zündende Dampfblase 25, die sich in den nachfolgenden Zeitschritten t_4 und t_5 über den erwärmten Bereich des Hauptheizelements 4 ausdehnt. Der Grad der Vorwärmung des Hauptheizelements 4 bestimmt die Tropfenmasse, die durch die Tintendüse (nicht dargestellt) ausgestoßen wird.

Fig. 10 offenbart eine schematische Schaltung 22 zur Ansteuerung, mit der das Prinzip des Hilfsheizelements 6 als Dämpfungselement und das des Zündheizelements 20 miteinander kombiniert werden. Ein Taktgenerator 12 erzeugt kontinuierlich Impulse, die über Verzögerungsglieder 28 verzögert und über einen Impulsdauerzeitgeber 30 in der Impulsdauer beeinflußt werden. Die entsprechend den Heizelementen geformten Impulse gelangen über Leistungsverstärker 32 zu den Haupt-, Hilfs- und Zündheizelementen 4, 6, 20, die daraufhin geeignete Dampfblasen erzeugen. Verzögerungsglieder 28 sind dabei nur dem Haupt- und Zündheizelement 4, 20 zugeordnet. Die jeweilige Impulsverzögerung und Impulsdauer zur Erzeugung unterschiedlicher Tropfen-

größen wird über die Zeitablaufsteuerung 26 vorgegeben.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Geschwindigkeits- und Tropfenmassenvariation bei thermischen Tintenschreibern mit mindestens einem Hauptheizelement (4) in Kontakt mit einer Schreibflüssigkeit (1), und einer Schaltung (10) zum Erzeugen zeitversetzter Heizimpulse, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu mindestens einem Hauptheizelement (4) mindestens ein vom Hauptheizelement (4) räumlich getrenntes Hilfsheizelement (6) vorgesehen ist, und daß mittels der Schaltung (10) zur Erzeugung zeitversetzter Heizimpulse das Haupt- und Hilfsheizelement (4, 6) derart bestrombar sind, daß am Hilfsheizelement (6) bereits eine Dampfblase der Schreibflüssigkeit (1) existiert, während am Hauptheizelement (4) eine Dampfblase der Schreibflüssigkeit (1) entsteht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptheizelemente (4) mittels elektrischer Kontaktierungen in aneinandergrenzende Teilheizelemente aufgegliedert sind, wovon mindestens eines dieser Teilheizelemente als Hauptheizelement (4) zur Einbringung von thermischer Energie, und mindestens eines der weiteren Teilheizelemente als Zündheizelement (20) zur Auslösung der Verdampfung der Schreibflüssigkeit (1) sowohl im Bereich der Hauptheiz- als auch der Zündheizelemente (4, 20) verwendbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zündheizelemente (20) die den verschiedenen Hauptheizelementen (4) zugeordnet sind von einer gemeinsamen elektronischen Schaltung (22) mit denselben Impulsen bestromt werden.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die elektronische Schaltung (10) mit einem Taktgenerator (12) kontinuierlich Impulse erzeugt, daß Hilfsheizelemente (6) über einen Leistungsverstärker (14) direkt ansteuerbar sind, und daß die Hauptheizelemente (4) über eine Verzögerungsschaltung (16) und einen Leistungsverstärker (18) ansteuerbar sind.
5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2 — 3, dadurch gekennzeichnet, daß der elektronischen Schaltung (10, 22) eine Zeitsteuerung (26) vorgeschaltet ist und die vom Taktgenerator (12) erzeugten Impulse gelangen über Verzögerungsglieder (28), Impulsdauer-Zeitgeber (30) und Leistungsverstärker (32) zu den Haupt- bzw. Zündheizelementen (4, 20), und ohne ein vorgeschaltetes Verzögerungsglied (28) gelangen die Impulse an die Hilfsheizelemente (6).
6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 — 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Tintenschreiber nach dem Backshooter-Prinzip arbeitet.
7. Verfahren zur Geschwindigkeits- und Tropfenmassenvariation bei thermischen Tintenschreibern mit mindestens einem Hauptheizelement (4) in Kontakt mit einer Schreibflüssigkeit (1), und einer Schaltung (10) zum Erzeugen zeitversetzter Heizimpulse, gekennzeichnet durch die Schritte
 - Bestromen zum Zeitpunkt t_0 von mindestens einem Hilfsheizelement (6), wodurch zur Zeit t_1 eine Dämpfungsblase (7) entsteht, die zum Zeitpunkt t_2 das Maximum erreicht hat,

— bezüglich to zeitverzögertes Bestromen des Hauptheizelements (4), wobei ein Hauptdampfblase (5) zum Zeitpunkt t_4 entsteht, der zwischen t_1 und t_2 liegt, und

— Ausstoßen von Tintentropfen unterschiedlicher Geschwindigkeit je nach Lage von t_4 in Zeitintervall von t_1 bis t_2 .

8. Verfahren zur Geschwindigkeits- und Tropfenmassenvariation nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß es die zusätzlichen Schritte umfaßt;

— Bestromen zum Zeitpunkt t_1 von mindestens einem Hauptheizelement (4),

— Bestromen zum Zeitpunkt t_2 von mindestens einem an das Hauptheizelement (4) angrenzenden Zündheizelement (20), wodurch zum Zeitpunkt t_3 am Zündheizelement (20) eine Dampfblase (25) gebildet wird, und

— Ausdehnen der Dampfblase (25) in dem nachfolgenden Zeitraum t_4 bis t_5 über den erwärmten Bereich des Hauptheizelements (4).

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

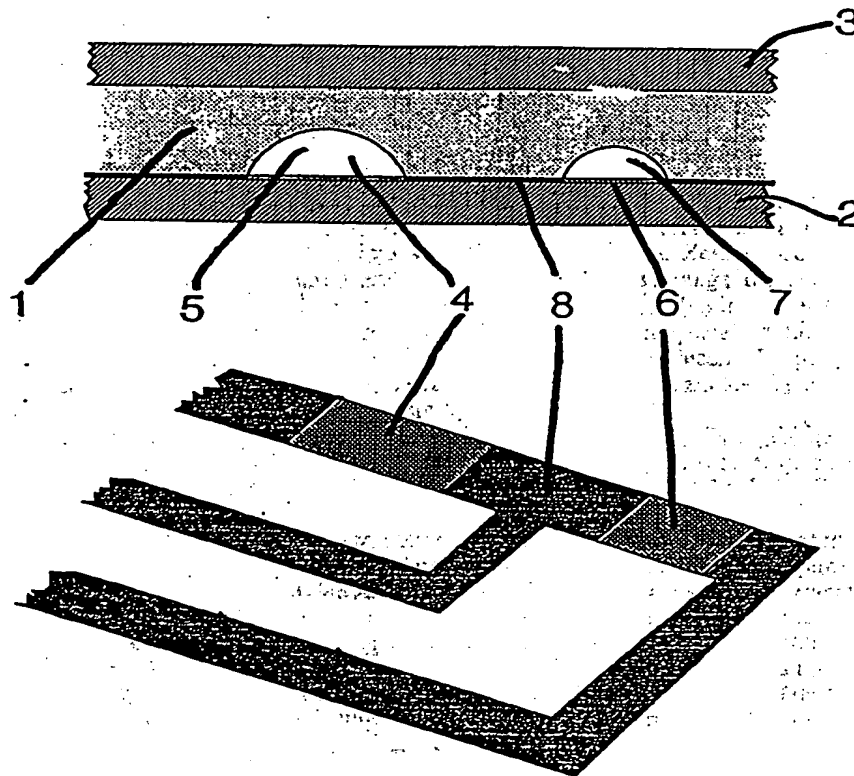


Fig. 1

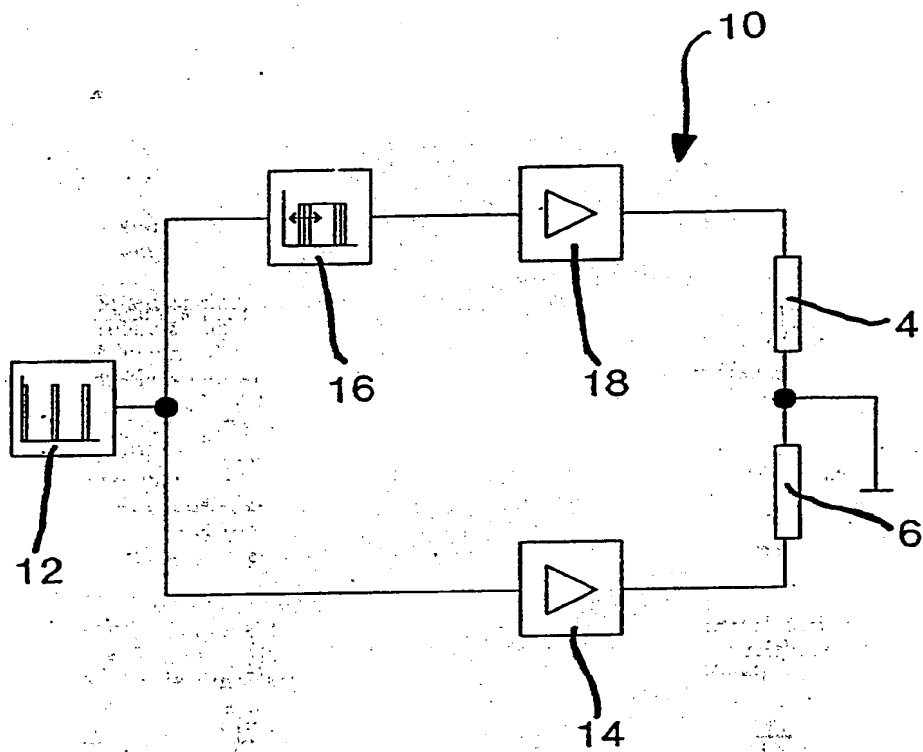


Fig. 2

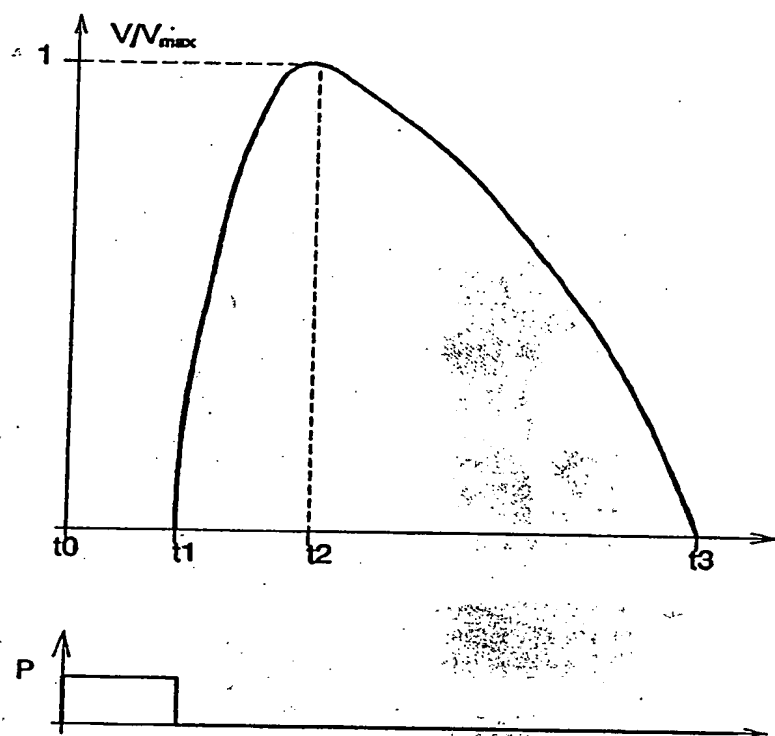


Fig. 3

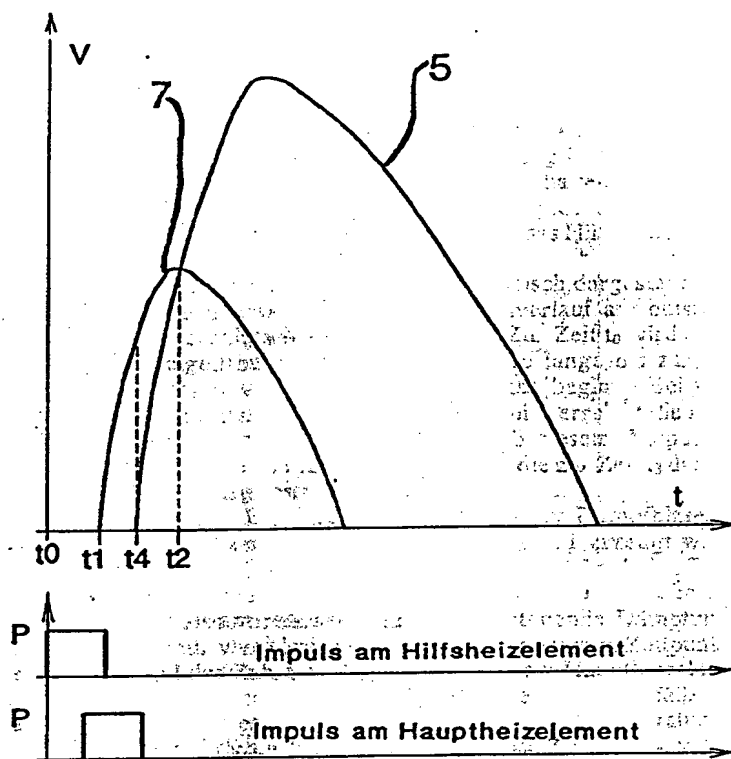


Fig. 4

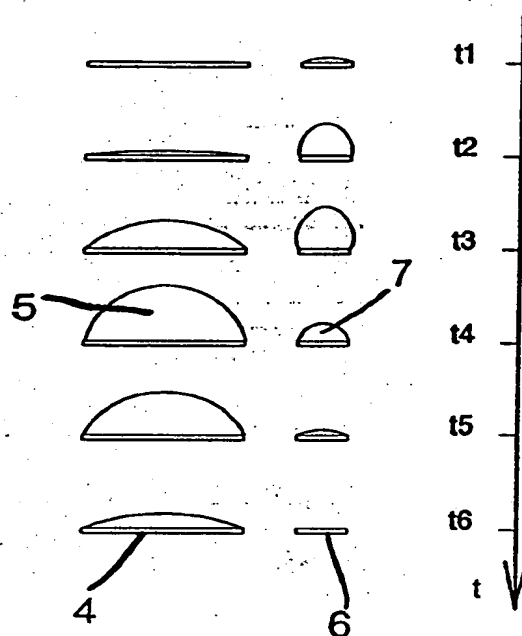


Fig. 5

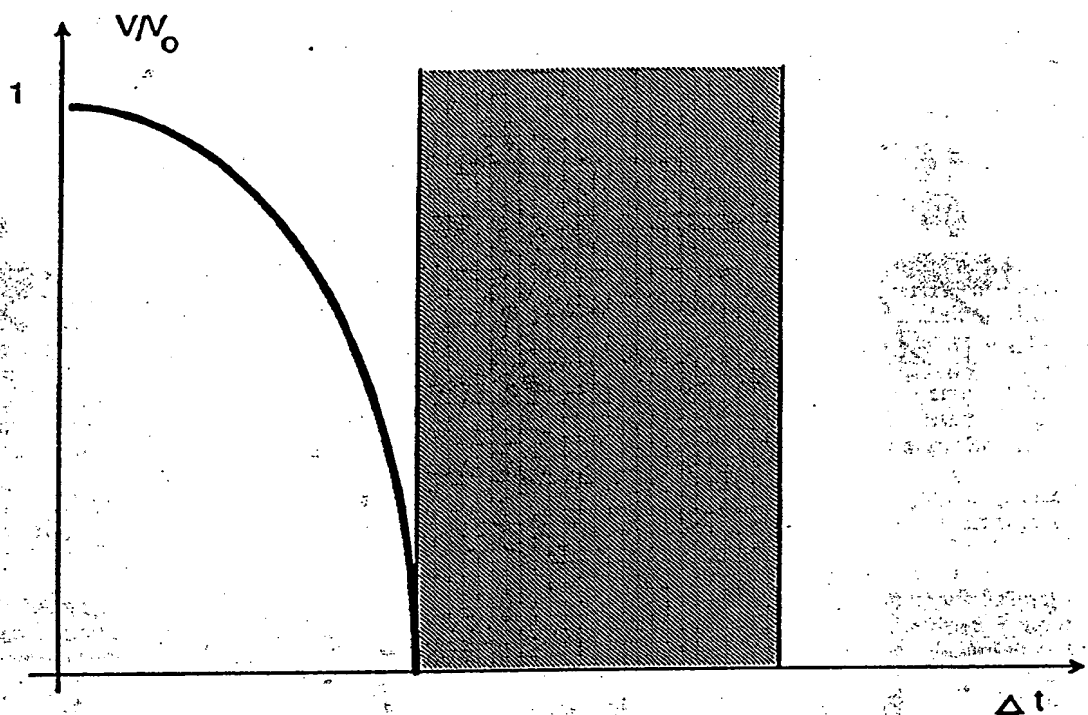


Fig. 6

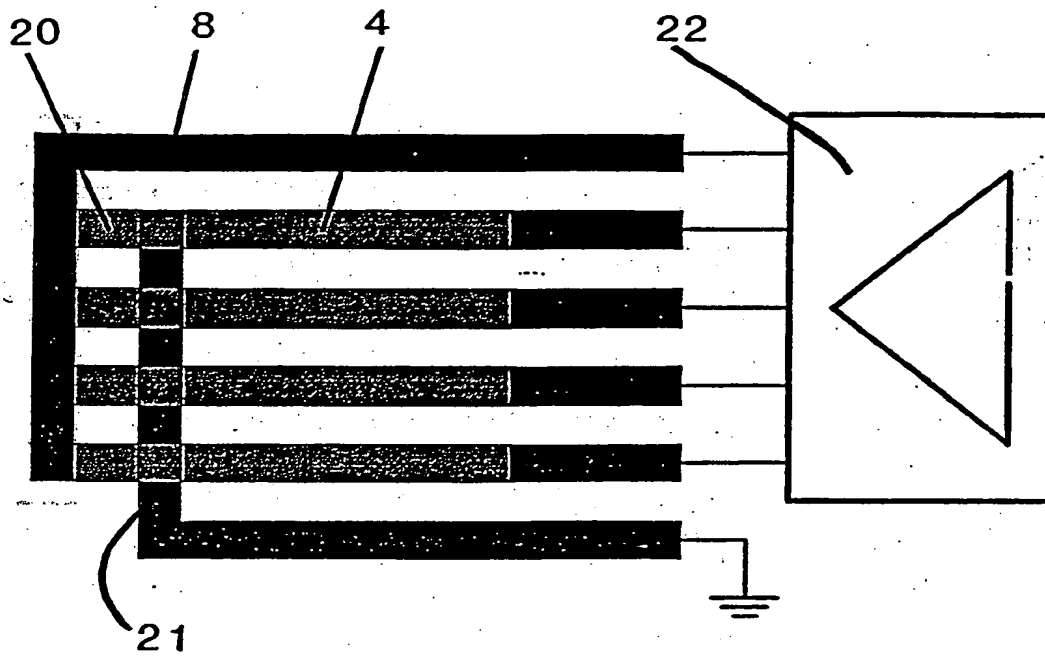


Fig. 7

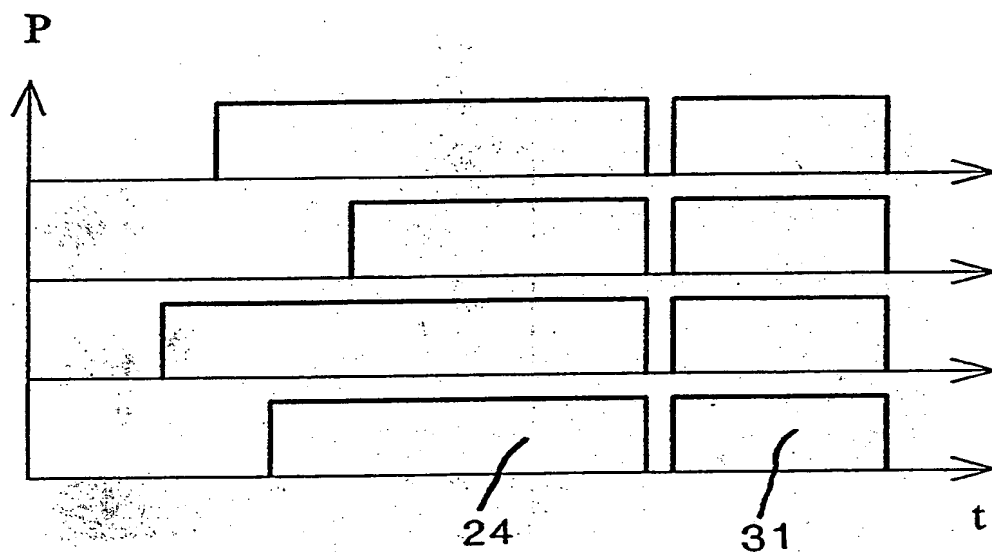


Fig. 8

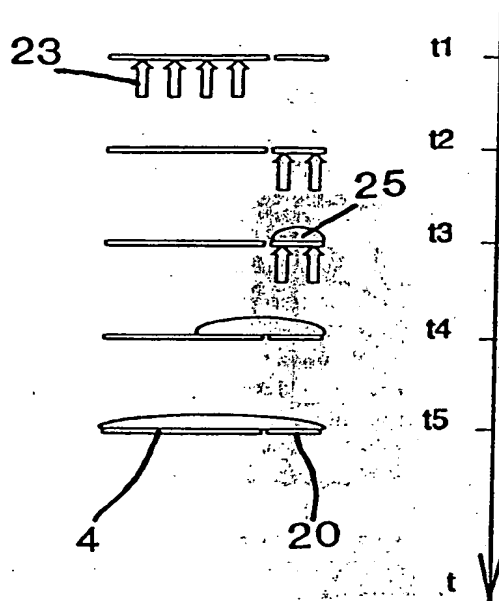


Fig. 9

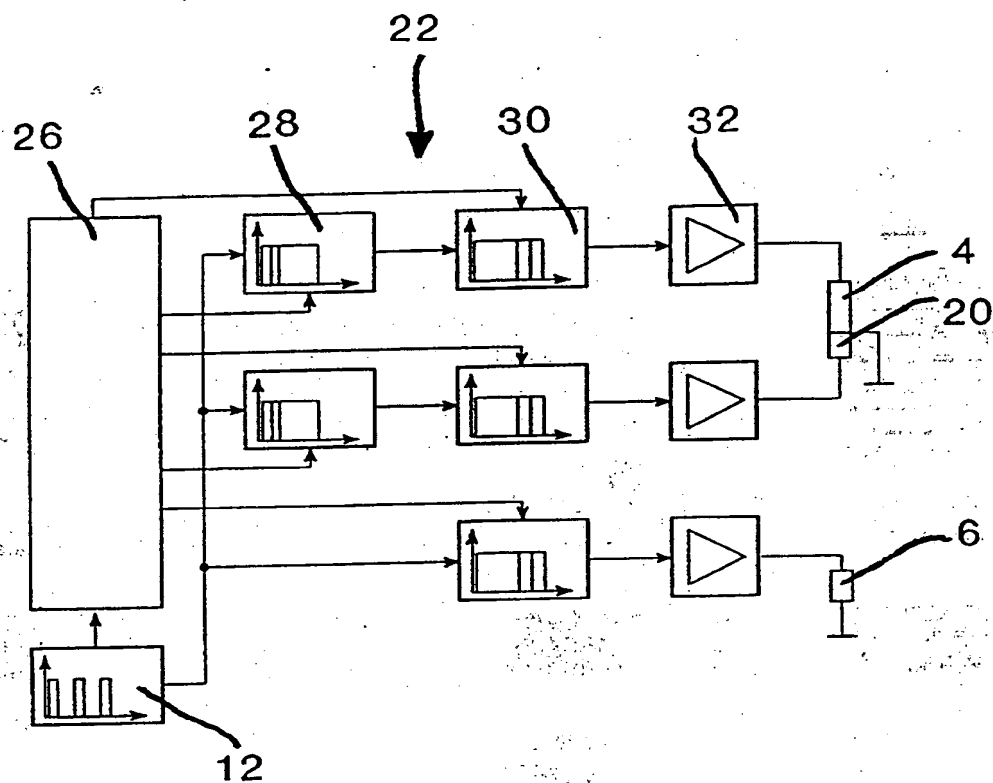


Fig. 10